

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-113419

(43)Date of publication of application : 21.04.2000

(51)Int.Cl. G11B 5/39

(21)Application number : 10-280305

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 01.10.1998

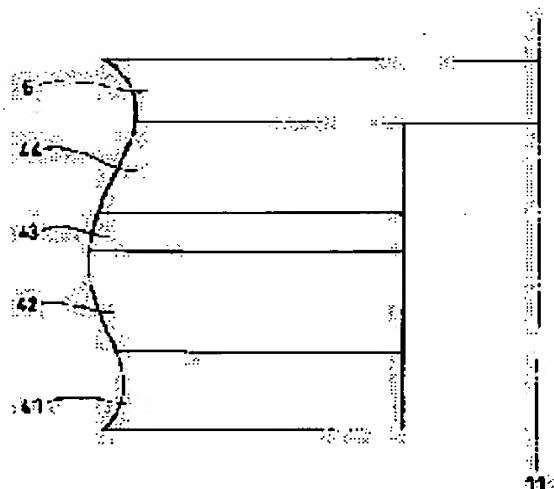
(72)Inventor : KIYOUHO MASANORI  
DEGUCHI HARUHIKO  
MICHIJIMA MASASHI  
NAKABAYASHI KEIYA  
KOMODA TOMOHISA

## (54) MAGNETIC HEAD PROVIDED WITH MAGNETORESISTIVE ELEMENT

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a magnetic head provided with a magnetoresistive element (TMR element) which can keep magnetic resistance effect without reducing sensitivity.

**SOLUTION:** A TMR element is constituted of a anti-ferromagnetic layer 41, a first ferromagnetic layer (fixed layer) 42, an insulation layer 43, a second ferromagnetic layer (free layer) 44 and a flux guide layer 6. The second ferromagnetic layer of the TMR element is composed of the second ferromagnetic layer (free layer) and the flux guide layer. The opposing plane of the flux guide layer 6 to a recording medium is provided on the same flat plane as the medium opposing plane 11 of a magnetic head. On the other hand, the opposing planes to the recording medium of other layers than the flux guide layer 6 is provided so as to be separated toward the inverse direction of the recording medium from the medium opposing plane 11 of the magnetic head.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2000-113419

(P2000-113419A)

(43) 公開日 平成12年4月21日 (2000. 4. 21)

(51) Int. Cl. 7  
G 1 1 B 5/39

識別記号

F I  
G 1 1 B 5/39

キーワード (参考)  
5D034

審査請求 未請求 請求項の数 4

O L

(全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平10-280305

(22) 出願日 平成10年10月1日 (1998. 10. 1)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 享保 昌則

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ャープ株式会社内

(72) 発明者 出口 治彦

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ャープ株式会社内

(74) 代理人 100080034

弁理士 原 謙三

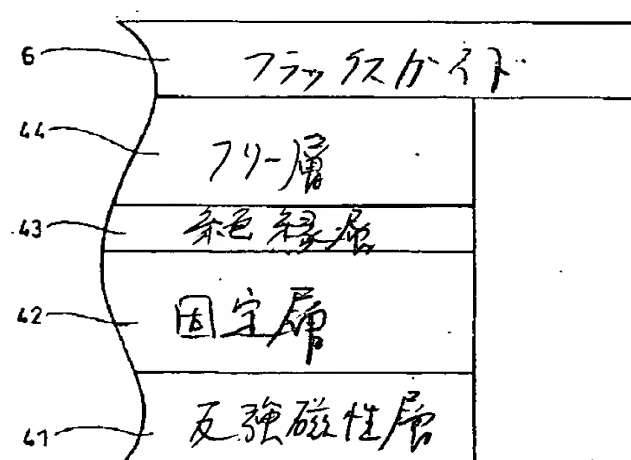
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気抵抗効果素子を備えた磁気ヘッド

(57) 【要約】

【課題】 感度を低下させることなく、しかも磁気抵抗効果を維持できる TMR 素子を備えた磁気ヘッドを提供する。

【解決手段】 磁気抵抗効果素子は、反強磁性層 41、第1強磁性層 (固定層) 42、絶縁層 43、第2強磁性層 (自由層) 44 およびフラックスガイド層 6 とから構成されている。磁気抵抗効果素子の第2強磁性層は、上記第2強磁性層 (自由層) 44 と上記フラックスガイド層 6 とで構成されている。上記フラックスガイド層 6 の記録媒体との対向面は、磁気ヘッドの媒体対向面 11 と同一平面に設けられている。一方、上記フラックスガイド層 6 を除く他の層の記録媒体との対向面は、磁気ヘッドの媒体対向面 11 から記録媒体とは反対の方へそれぞれ離間するように設けられている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】第1強磁性層、絶縁層、及び第2強磁性層が順に積層された磁気抵抗効果素子を備え、この第2強磁性層の記録媒体との対向面である第1対向面を介して該記録媒体からの磁束を案内する磁気抵抗効果素子を備えた磁気ヘッドにおいて、

上記第1強磁性層および絶縁層の記録媒体との対向面である第2及び第3対向面は、上記第2強磁性層の上記第1対向面から上記記録媒体とは反対側の方へそれぞれ離間するように設けられていることを特徴とする磁気抵抗効果素子を備えた磁気ヘッド。

【請求項2】上記第1強磁性層上に反強磁性層が設けられていることを特徴とする請求項1記載の磁気抵抗効果素子を備えた磁気ヘッド。

【請求項3】上記第2強磁性層の両端部に、磁区制御層が設けられていることを特徴とする請求項1または2記載の磁気抵抗効果素子を備えた磁気ヘッド。

【請求項4】上記磁気抵抗効果素子の上部および下部には、導電材料からなる磁気ギャップ層を介して、上記磁気抵抗効果素子をシールドする磁気シールド層が設けられており、

上記磁気シールド層が、上記磁気抵抗効果素子の電極端子としても用いられることを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の磁気抵抗効果素子を備えた磁気ヘッド。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気抵抗効果素子を備えた磁気ヘッドに関し、特にトンネル接合による磁気抵抗効果を利用した磁気抵抗効果素子を備えた磁気ヘッドに関する。

## 【0002】

【従来の技術】磁気ディスクなどの磁気再生装置においては、記録密度の向上に伴い、再生専用であるMR (Magnetoresistive) ヘッドを用いることで再生出力の増加が図られている。該MRヘッドに用いられる磁気抵抗効果素子は、従来、NiFe、NiCo等の薄膜により形成されていることがよく知られている。しかしながら、これらの薄膜の抵抗変化率は、NiFeで2～3%程度、NiCoで最大6%程度と小さいため、更なる高密度記録において、十分な感度を得られないという問題がある。

【0003】これに対して、近年、非磁性層を介して強磁性層を積層したサンドイッチ構造の積層膜として、反強磁性層/強磁性層(固定層)/非磁性層/強磁性層(自由層)の構造を有するスピンバルブ膜のような巨大磁気抵抗効果膜(GMR (Giant Magnetoresistive) 膜)を、磁気抵抗効果素子として用いるGMRヘッドが報告されている。

【0004】上記のようなGMR膜を磁気ヘッドに応用

する場合、通常、リード電極はGMR膜の両端に形成されて、センス電流がGMR膜面内方向に流される。これに対して、特開平7-262520号公報には、GMR膜の磁気抵抗変化率をさらに増大させるために、センス電流をGMR膜の膜面に対して垂直に流して、伝導電子が強磁性層/非磁性層界面(散乱界面)を横切る確率を高くし、CPP (Current Perpendicular to the Film Plane) -MR効果に基づく高い感度を得る方法が報告されている。

10 【0005】また、より高い磁気抵抗変化率を持つ磁気抵抗効果素子として、強磁性トンネル接合を利用した磁気抵抗効果素子(TMR素子)が「IEEE Trans. Magn.」MAG-18(1982)707, S. Maekawa and U. Gafvert」に報告されている。上記TMR素子は、強磁性層/絶縁層/強磁性層の三層膜において、外部磁場によって二つの磁性層のスピン成す角度が変化することにより、膜面に垂直方向に流れるトンネル電流の大きさが変化する強磁性トンネル接合を利用している。上記のような強磁性層/絶縁層/強磁性層の三層膜はTMR膜と呼ばれている。

【0006】上記TMR膜の応用例として、特開平9-161232号公報に、TMR膜を磁気センサに応用する報告がなされているが、磁気ヘッドに応用する報告はなされていない。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】TMR素子とGMR素子との大きな違いは、GMR素子では複数の強磁性層がCu等の非磁性導電層によって隔てられているのに対して、TMR素子では複数の強磁性層がAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等の非磁性絶縁層によって隔てられているという点である。

【0008】GMR素子のかわりにTMR素子を用いて再生用磁気ヘッドを形成する場合、TMR素子において、二層の強磁性層を隔てている絶縁層厚は数nmと非常に薄いため、TMR素子の各層の記録媒体との対向面が同一面内に存在する(露出している)と、製造工程中の研磨、あるいは磁気ヘッドと記録媒体との接触によって、二層の強磁性層が短絡し磁気抵抗効果が消失してしまう可能性が高い。

40 【0009】このような問題を解決するため、単純に、TMR素子の記録媒体との対向面を記録媒体から遠ざけた場合、該対向面における二層の強磁性層の短絡を防ぐことはできるが、磁気抵抗効果素子と記録媒体とが離れてしまうので、磁気抵抗効果素子が磁気記録媒体からの信号磁界を感知しにくくなり、磁気ヘッドとしての感度が著しく低下するという問題が生じる。

【0010】本発明は上記の問題点を鑑みてなされたもので、その目的は、TMR素子を備えた磁気ヘッドにおいて、感度を低下させることなく、しかも磁気抵抗効果を維持できるTMR素子を備えた磁気ヘッドを提供する

ことにある。

#### 【0011】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の磁気抵抗効果素子を備えた磁気ヘッドは、上記課題を解決するために、第1強磁性層、絶縁層、及び第2強磁性層が順に積層された磁気抵抗効果素子を備え、この第2強磁性層の記録媒体との対向面である第1対向面を介して該記録媒体からの磁束を案内する磁気ヘッドにおいて、上記第1強磁性層および絶縁層の記録媒体との対向面である第2及び第3対向面は、上記第2強磁性層の上記第1対向面から上記記録媒体とは反対側の方へそれぞれ離間するように設けられていることを特徴としている。

【0012】上記の発明によれば、記録媒体からの信号磁界に応じて変化する磁束が、第2強磁性層の記録媒体との対向面である第1対向面を介して磁気抵抗効果素子へ案内される。磁気抵抗効果素子は、案内されてきた磁束に応じてその抵抗が変化する。この抵抗の変化に基づいて、記録媒体に記録された情報を再生することが可能となる。

【0013】上記構成の磁気抵抗効果素子においては、一般に、上記絶縁層の厚みが数nmと非常に薄く形成される。このため、第1強磁性層および絶縁層の記録媒体との各対向面と、第2強磁性層の記録媒体との対向面とが同一面内に存在する場合、磁気ヘッドの製造中に行われる研磨や、再生動作中に磁気ヘッドと記録媒体との間の接触等によって、第1および第2強磁性層が短絡し、これにより磁気抵抗効果が消失してしまう可能性が高い。

【0014】これに対して、請求項1に記載の磁気抵抗効果素子においては、第1強磁性層および絶縁層の記録媒体との対向面である第2及び第3対向面と、第2強磁性層の記録媒体との対向面である第1対向面とは、同一面内に存在せず、しかも、第2及び第3対向面が第1対向面から上記記録媒体とは反対側の方へそれぞれ離間するように設けられている。つまり、磁気ヘッドの製造中に第1乃至第3対向面を研磨して同一面に形成することが不要であり、しかも、磁気ヘッドと記録媒体とが接触する際、第1対向面と記録媒体とが接触することになるので、第1および第2強磁性層が短絡することはない。

【0015】加えて、記録媒体からの磁束は、記録媒体に対してより近い上記第1対向面を介して案内され、しかも強磁性カップリングの作用により第2強磁性層内の磁化の向きが同じになるので、第1乃至第3対向面を同一面に形成し且つこれらの対向面全体を記録媒体とは反対側の方へ離間させる場合と比較すると、遥かに高感度の磁気ヘッドを提供できる。

【0016】なお、上記第2強磁性層は、第1対向面を複数有するように積層構造としてもよい。この場合、第2強磁性層内で強磁性カップリングが作用するので、第

2強磁性層内の磁化の向きは、記録媒体からの信号磁界と同一となる。

【0017】請求項2記載の磁気抵抗効果素子を備えた磁気ヘッドは、上記の課題を解決するために、請求項1の構成において、上記第1強磁性層上に反強磁性層が設けられていることを特徴としている。

【0018】上記の発明によれば、請求項1に係る発明の作用に加えて、第1強磁性層上に反強磁性層が設けられている。反強磁性層により、第1強磁性層内の磁化の向きが一定方向に固定化されるので、第1強磁性層の磁化は記録媒体からの磁束により変動することがなくなる。これにより、磁気抵抗効果が安定化するので、より信頼性の高い磁気ヘッドを提供できる。

【0019】請求項3記載の磁気抵抗効果素子を備えた磁気ヘッドは、上記の課題を解決するために、請求項1または2の構成において、上記第2強磁性層の両端部に、磁区制御層が設けられていることを特徴としている。

【0020】上記の発明によれば、請求項1又は2に係る発明の作用に加えて、第2強磁性層の両端部に設けられた磁区制御層によって、第2強磁性層を単磁区化することが可能となる。

【0021】静磁エネルギーが最小になるように第2強磁性層内に形成された複数の磁区の境界（磁壁）の移動がバルクハウゼンノイズとなって現れるが、上記のように単磁区化することによって、磁壁の移動による測定ノイズを著しく減少できる。

【0022】請求項4記載の磁気抵抗効果素子を備えた磁気ヘッドは、上記の課題を解決するために、請求項1乃至3のいずれかの構成において、上記磁気抵抗効果素子の上部および下部には、導電材料からなる磁気ギャップ層を介して、上記磁気抵抗効果素子をシールドする磁気シールド層が設けられており、上記磁気シールド層が、上記磁気抵抗効果素子の電極端子としても用いられることを特徴としている。

【0023】上記の発明によれば、請求項1乃至3のいずれかに係る発明の作用に加えて、磁気抵抗効果素子の上部および下部に配置される磁気ギャップ層が導電材料で形成されていることにより、該磁気ギャップ層を介して磁気抵抗効果素子の上部および下部に設けられる磁気シールド層は、磁気抵抗効果素子をシールドするためだけでなく、磁気抵抗効果素子の電極端子としても用いることができる。

【0024】これにより、磁気抵抗効果素子の電極端子を別途形成する必要がなく、磁気ヘッドの製造工程を簡略化することができる。さらに、磁気抵抗効果素子の全抵抗を低減でき、磁気ヘッドにおける再生出力のS/N比を向上させることができる。

#### 【0025】

【発明の実施の形態】本発明の実施の一形態について図

1乃至図5に基づいて説明すれば、以下のとおりである。

【0026】図1は本実施の形態における磁気ヘッドの構造を概略的に示しており、(a)は磁気ヘッドを媒体対向面側からみた正面図、(b)は(a)のA-A矢視断面図、(c)は磁気ヘッドの上面図である。但し、図1(c)は製造途中の磁気ヘッドの上面図であり、最終的には図中二点鎖線で示す位置が磁気ヘッドの媒体対向面となるように研磨される。また、図2は上記磁気ヘッドのTMR素子部分を拡大した図である。ここで、磁気ヘッドの媒体対向面とは、磁気ヘッドの記録媒体との対向面のことであり、以下媒体対向面と称する。

【0027】図1に示すように、本実施の形態における磁気ヘッドには、基板1上にL字状の下部磁気シールド層(磁気シールド層)2と絶縁層(磁気ギャップ層)3とがこの順に形成されている。さらに該絶縁層3上に、磁気ヘッドの媒体対向面11から所定距離だけ後退した位置に、該磁気ヘッドの媒体対向面11に露出しないように、TMR素子(磁気抵抗効果素子)4が設けられている。つまり、TMR素子4の記録媒体との対向面が、磁気ヘッドの媒体対向面11から記録媒体と反対側の方へ離間するように設けられている。絶縁層3上において、該TMR素子4が設けられていない部分に絶縁層5が設けられている。

【0028】上記TMR素子4および上記絶縁層5の上部には、フラックスガイド層(第2強磁性層)6が磁気ヘッドの媒体対向面11に露出するように、かつ該フラックスガイド層6の対向面を該磁気ヘッドの媒体対向面11と一致させるように形成される。さらに上記TMR素子4の上部を除いて、該TMR素子4の両端部に対応する位置に磁区制御層7と、絶縁層8(磁気ギャップ層)および上部磁気シールド層(磁気シールド層)9が、この順に設けられている。また、電極端子10は上記TMR素子4とフラックスガイド層6とに2個ずつ形成されている。

【0029】磁気シールド層である上記下部磁気シールド層2および上記上部磁気シールド層9は、記録媒体の読み出した部分以外からの磁束が磁気抵抗効果素子に届かないように、読み出した部分以外からの磁束をシールドするために設けられている。また、磁気ギャップ層である上記絶縁層3および絶縁層8は、上記下部磁気シールド層2および上記上部磁気シールド層9と磁気抵抗効果素子とを磁氣的に分離するために設けられている。

【0030】上記磁区制御層7をTMR素子4の両端部に設けることによって、外部磁界により磁化方向が変化する第2強磁性層の磁化方向のバラツキを抑えて、単磁区化することが可能となる。静磁エネルギーが最小となるように上記第2強磁性層内に形成された複数の磁区の境界(磁壁)の移動がバルクハウゼンノイズとなって現

れるが、上記のように単磁区化することにより、磁壁の移動による測定ノイズを著しく減少できる。

【0031】なお、上記フラックスガイド層6は、本実施の形態における磁気抵抗効果素子の第2強磁性層を構成している。すなわち、TMR素子4とフラックスガイド層6とで、本実施の形態における磁気抵抗効果素子が構成されている。

【0032】ここで、磁気ヘッドを構成している各層の厚さ、および材料について述べる。上記下部磁気シールド層2および上記上部磁気シールド層9は厚さ $3\mu\text{m}$ のFeNi膜、上記絶縁層3および上記絶縁層5は厚さ $500\text{\AA}$ の $\text{Al}_2\text{O}_3$ 膜、上記フラックスガイド層6は厚さ $500\text{\AA}$ のFeNi膜、磁区制御層7は厚さ $200\text{\AA}$ のCoPt膜、電極端子10はTa/Cu/Ta積層膜で形成されている。

【0033】次に、図2に基づいて、TMR素子4の具体的な構造(フラックスガイド層6を除く構成)について説明する。TMR素子4は、反強磁性層41、第1強磁性層(固定層)42、絶縁層43、第2強磁性層(自由層)44がこの順に積層された四層積層構造を有している。上記反強磁性層41は厚さ $100\text{\AA}$ のIrMn膜、上記第1強磁性層(固定層)42は厚さ $100\text{\AA}$ のCoFe膜、上記絶縁層43は厚さ $15\text{\AA}$ の $\text{Al}_2\text{O}_3$ 膜、上記第2強磁性層(自由層)44は厚さ $100\text{\AA}$ のNiFe膜で形成されている。

【0034】上記反強磁性層41は上記第1強磁性層(固定層)42上に(上記第1強磁性層(固定層)42に接合して)設けられている。上記反強磁性層41により、上記第1強磁性層(固定層)42の磁化の向きが一定方向に固定化されるので、上記第1強磁性層(固定層)42の磁化は記録媒体からの磁束により変動することがない。一方、上記第2強磁性層(自由層)44は決まった磁化方向をとらず、外部磁界の影響で磁化方向が変わる。

【0035】また、上記したTMR素子4に形成される電極端子10は、詳しくは第1強磁性層(固定層)42上に設けられている。

【0036】図3は、本実施の形態に係る磁気ヘッドの製造工程の一例を示す工程図である。本実施の形態に係る磁気ヘッドの製造工程について、図3を用いて以下に説明する。まず、基板1上に下部磁気シールド層2、絶縁層3をこの順に成膜し、所定の形状にパターニングしたあと、TMR素子4を連続成膜する(図3(a)参照)。

【0037】その後二層レジスト12を用いてTMR素子4を所定の形状に加工し(図3(b)参照)、さらに絶縁層5を成膜したあと、上記二層レジスト12を用いたリフトオフにより所定の形状に加工する(図3(c)参照)。

【0038】さらに、フラックスガイド層6を成膜(図

3 (d) 参照) 後、二層レジスト 13 を作成する (図 3 (e) 参照)。

【0039】その後磁区制御層 7 を成膜し、前記二層レジスト 13 を用いてリフトオフにより所定の形状にパターンニングを行い、さらに電極端子 10 を形成してから、絶縁層 8、上部磁気シールド層 9 を成膜する (図 3 (f) 参照)。

【0040】なお、上記磁区制御層 7 の成膜を行なう前に、アンダーカット形状を有する二層レジスト 13 によってフラックスガイド層 6 を所望のトラック幅に加工し、しかる後に磁区制御層 7 を成膜してリフトオフすることも可能である。このように、磁区制御層 7 の加工にイオンミリング法ではなくリフトオフ法を用いることにより、TMR 素子 4 の最上層である第 2 強磁性層 (自由層) 44 あるいはフラックスガイド層 6 がエッチングされることがないので、第 2 強磁性層 (自由層) 44 やフラックスガイド層 6 の膜厚の減少や、エッチオフを防止することができる。

【0041】このように積層を行なった後、本実施の形態における磁気抵抗効果素子のうち、フラックスガイド層 6 のみが磁気ヘッドの媒体対向面 11 に露出するように、つまり、第 1 強磁性層 (固定層) 42、絶縁層 43 および第 2 強磁性層 (自由層) の記録媒体との対向面が、上記フラックスガイド層 6 の記録媒体との対向面から、記録媒体とは反対側の方へそれぞれ離間するように、磁気ヘッドの媒体対向面 11 となる所定の位置まで磁気ヘッドの側面が研磨されて、磁気ヘッドを完成させる。

【0042】なお、本実施の形態においては、真空を破ることなく同一真空中で積層成膜を行なうことが可能であるため、磁気抵抗効果素子への不純物の混入や各接合界面の汚染を防止することができ、高い再生出力の磁気ヘッドを安定して得ることが可能である。

【0043】以上のように、本実施の形態における第 2 強磁性層は、第 2 強磁性層 (自由層) 44 およびフラックスガイド層 6 の積層構造となっている。本実施の形態においては、磁気抵抗効果素子のうち、上記フラックスガイド層 6 のみが磁気ヘッドの媒体対向面 11 に露出、つまり、上記フラックスガイド層 6 の記録媒体との対向面と、磁気ヘッドの媒体対向面 11 とが同一面内に存在しており、第 1 強磁性層 (固定層) 42、絶縁層 43 および第 2 強磁性層 (自由層) 44 は磁気ヘッドの媒体対向面 11 に露出していない構成、つまり、第 1 強磁性層 (固定層) 42、絶縁層 43 および第 2 強磁性層 (自由層) 44 の記録媒体との対向面と、磁気ヘッドの媒体対向面 11 とは同一面内に存在しない構成となっている。

【0044】これにより、本実施の形態に係る磁気ヘッドにおいては、磁気抵抗効果素子を構成する各層の記録媒体との対向面が、再生中、記録媒体と接触することによって生じる接合界面での第 1 および第 2 強磁性層の短

絡が起こらない。つまり、磁気ヘッドと記録媒体とが接触する際、フラックスガイド層 6 の記録媒体との対向面と記録媒体とが接触することになるので、第 1 および第 2 強磁性層が短絡することはない。よって、第 1 および第 2 強磁性層の短絡により、磁気抵抗効果素子の磁気抵抗効果が消失してしまう可能性が少なくなる。

【0045】また、第 2 強磁性層の一部であり、かつ磁気ヘッドの媒体対向面 11 に露出しているフラックスガイド層 6 の磁化の方向は、記録媒体からの信号磁界である外部磁界の方向に揃うことになる。上記フラックスガイド層 6 と第 2 強磁性層 (自由層) 44 とは強磁性カップリングしているため、上記第 2 強磁性層 (自由層) 44 の磁化の方向は、上記フラックスガイド層 6 の磁化の方向、すなわち、外部磁界の方向に揃うことになる。

【0046】このように、上記フラックスガイド層 6 の記録媒体との対向面が、磁気ヘッドの媒体対向面 11 に露出するように、すなわち磁気ヘッドの媒体対向面 11 と同一平面内に存在するように設けられることにより、TMR 素子 4 の記録媒体との対向面が磁気ヘッドの媒体対向面 11 から後退する位置に、磁気ヘッドの媒体対向面 11 から記録媒体と反対側の方向へ離間するように配置されたとしても、磁気抵抗効果素子の感度が著しく低下することはない。

【0047】上記のような理由により、本実施の形態に係る磁気ヘッドは、高い感度を維持しながら、製造工程中の研磨や記録媒体との接触等による第 1 および第 2 の強磁性層の短絡を回避することが可能となる。

【0048】本実施の形態に係る磁気ヘッドの抵抗変化率を測定したところ、 $\pm 150\%$  の低磁場での印加磁界において、約 15% の高抵抗変化率が得られた。

【0049】本実施の形態においては、磁気抵抗効果素子の第 2 強磁性層は第 2 強磁性層 (自由層) 44 とフラックスガイド層 6 との 2 層の積層膜から構成され、かつ上記フラックスガイド層 6 のみが磁気ヘッドの媒体対向面 11 に露出する構造となっているが、第 2 強磁性層を 3 層以上の積層膜で構成し、該積層膜のうち少なくとも 1 層の記録媒体との対向面を磁気ヘッドの媒体対向面 11 に露出させる構造にしても、本実施の形態の場合と同様の作用効果を奏する。

【0050】また、本実施の形態の磁気抵抗効果素子は、反強磁性層 41、第 1 強磁性層 (固定層) 42、絶縁層 43、第 2 強磁性層 (自由層) 44、フラックスガイド層 6 の順で積層された各層により構成されているが、積層順を本実施の形態とは逆にして、図 4 に示すように、フラックスガイド層 6、第 2 強磁性層 (自由層) 44、絶縁層 43、第 1 強磁性層 (固定層) 42、反強磁性層 41 の順で積層しても、本実施の形態の場合と同様の作用効果を奏する。

【0051】上記のように、本実施の形態と逆の積層順における磁気抵抗効果素子の場合には、製造工程におい

て、図 5 (a) に示すように、フラックスガイド層 6 を第 2 強磁性層 (自由層) 4 4 と別に設けることなく、まず第 2 強磁性層 (自由層) 4 4、絶縁層 4 3、第 1 強磁性層 (固定層) 4 2、反強磁性層 4 1 の順で積層する。

【0052】その後、図 5 (b) に示すように、上記第 2 強磁性層 (自由層) 4 4 の底面から所定の厚さ部分までをフラックスガイド層 6 と同様の形状になるように残して、エッチングにより、反強磁性層 4 1、第 1 強磁性層 (固定層) 4 2、絶縁層 4 3 および第 2 強磁性層 (自由層) 4 4 の残りの部分の記録媒体との対向面を、所定の距離だけ磁気ヘッドの媒体対向面 1 1 から後退する形状となるように加工することもできる。

【0053】なお、上記のようにフラックスガイド層 6 を第 2 強磁性層 (自由層) 4 4 と別に設けない構成においては、電極端子 1 0 は第 1 強磁性層 (固定層) 4 2 上と第 2 強磁性層 (自由層) 4 4 上とに設けられる。

【0054】さらに、本実施の形態においては、磁気抵抗効果素子の電極端子 1 0 が第 1 強磁性層 (固定層) 4 2 およびフラックスガイド層 6 に設けられているが、TMR 素子 4 に配置されている絶縁層 3 およびフラックスガイド層 6 の上部に配置されている絶縁層 8 にタンタル (Ta)、チタン (Ti)、銅 (Cu) 等の導電材料を用いて、下部磁気シールド層 2 および絶縁層 3 と絶縁層 8 および上部磁気シールド層 9 とを電極端子として兼用することも可能である。

【0055】すなわち、磁気抵抗効果素子の上部に導電材料からなる層を介して上部磁気シールド層 9 を配置し、磁気抵抗効果素子の下部に導電材料からなる層を介して下部磁気シールド層 2 を配置することにより、上記上部磁気シールド層 9 および上記下部磁気シールド層 2 は磁気抵抗効果素子をシールドするためだけではなく、磁気抵抗効果素子の電極端子としても用いることができる。

【0056】これにより、磁気抵抗効果素子の電極端子を別途形成しないので、製造工程が簡略化される。さらに、磁気抵抗効果素子の全抵抗を低減できるので、磁気ヘッドにおける再生出力の S/N 比が向上する。

【0057】なお、本実施の形態において、各種磁性層、絶縁層および導電層等の使用されている材料は上記に限るものではなく、同様の機能を有する他の材料を使用することができることは明らかであり、また各層の厚さも上記に限るものではない。

【0058】

【発明の効果】以上のように、請求項 1 に係る発明の磁気抵抗効果素子を備えた磁気ヘッドは、上記第 1 強磁性層および絶縁層の記録媒体との対向面である第 2 及び第 3 対向面は、上記第 2 強磁性層の上記第 1 対向面から上記記録媒体とは反対側の方へそれぞれ離間するように設けられている構成である。

【0059】それゆえ、請求項 1 に記載の磁気抵抗効果

素子においては、第 1 強磁性層および絶縁層の記録媒体との対向面である第 2 及び第 3 対向面と、第 2 強磁性層の記録媒体との対向面である第 1 対向面とは、同一面内に存在せず、しかも、第 2 及び第 3 対向面が第 1 対向面から上記記録媒体とは反対側の方へそれぞれ離間するように設けられている。つまり、磁気ヘッドの製造中に第 1 乃至第 3 対向面を研磨して同一面に形成することが不要であり、しかも、磁気ヘッドと記録媒体とが接触する際、第 1 対向面と記録媒体とが接触することになるので、第 1 および第 2 強磁性層が短絡することを確実に回避できる。

【0060】加えて、記録媒体からの磁束は、記録媒体に対してより近い上記第 1 対向面を介して案内され、しかも強磁性カップリングの作用により第 2 強磁性層内の磁化の向きが同じになるので、第 1 乃至第 3 対向面を同一面に形成し且つこれらの対向面全体を記録媒体とは反対側の方へ離間させる場合と比較すると、遥かに高感度の磁気ヘッドを提供できるという効果を併せて奏する。

【0061】請求項 2 に係る発明の磁気抵抗効果素子を備えた磁気ヘッドは、上記第 1 強磁性層上に反強磁性層が設けられている構成である。

【0062】それゆえ、請求項 1 に係る発明の効果に加えて、反強磁性層により、第 1 強磁性層内の磁化の向きが一定方向に固定化されるので、第 1 強磁性層は記録媒体からの磁束により変動することがなくなる。これにより、磁気抵抗効果が安定化するので、より信頼性の高い磁気ヘッドを提供できるという効果を奏する。

【0063】請求項 3 に係る発明の磁気抵抗効果素子を備えた磁気ヘッドは、上記第 2 強磁性層の両端部に、磁区制御層が設けられている構成である。

【0064】それゆえ、請求項 1 又は 2 に係る発明の効果に加えて、第 2 強磁性層の両端部に設けられた磁区制御層によって、第 2 強磁性層を単磁区化することが可能となる。

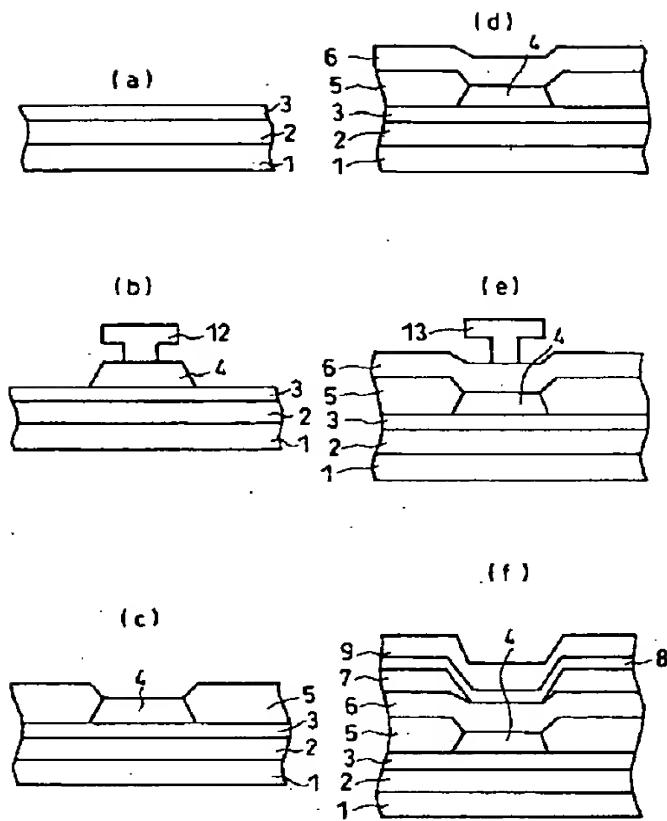
【0065】静磁エネルギーが最小になるように第 2 強磁性層内に形成された複数の磁区の境界 (磁壁) の移動がバルクハウゼンノイズとなって現れるが、上記のように単磁区化することによって、磁壁の移動による測定ノイズを著しく減少できるという効果を奏する。

【0066】請求項 4 に係る発明の磁気抵抗効果素子を備えた磁気ヘッドは、上記磁気抵抗効果素子の上部および下部には、導電材料からなる磁気ギャップ層を介して、上記磁気抵抗効果素子をシールドする磁気シールド層が設けられており、上記磁気シールド層が、上記磁気抵抗効果素子の電極端子としても用いられる構成である。

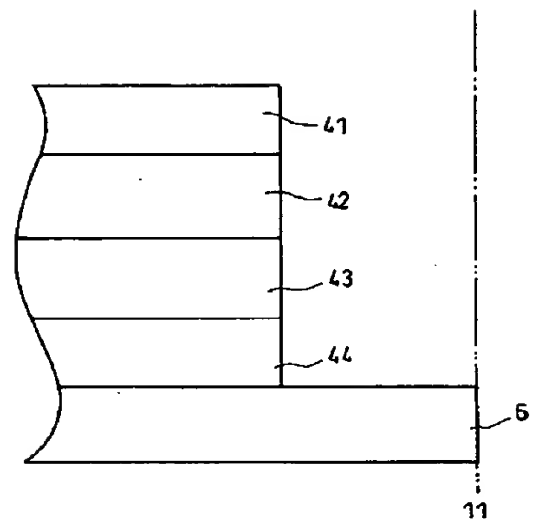
【0067】それゆえ、請求項 1 乃至 3 のいずれかに係る発明の効果に加えて、磁気抵抗効果素子の電極端子を別途形成する必要がなく、磁気ヘッドの製造工程を簡略化することができるという効果を奏する。さらに、磁気



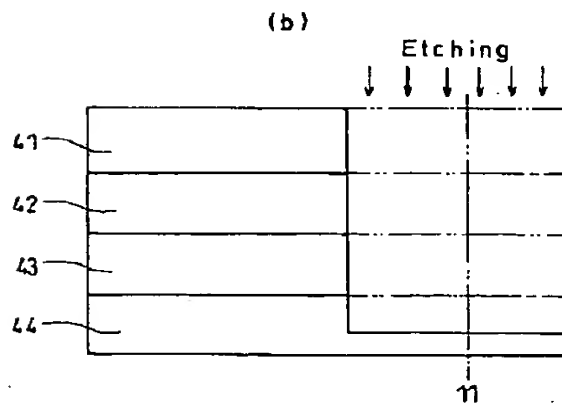
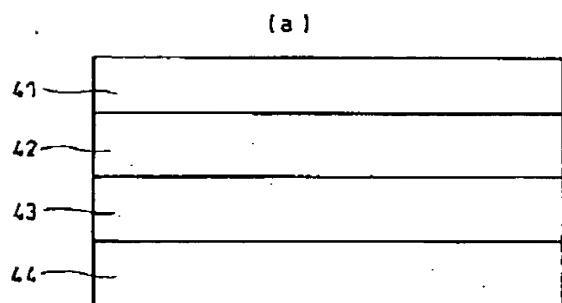
【図 3】



【図 4】



【図 5】



抵抗効果素子の全抵抗を低減でき、磁気ヘッドにおける再生出力のS/N比を向上させることができるという効果も合わせて奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)は本発明の一実施形態における磁気ヘッドを示す正面図であり、(b)は上記磁気ヘッドのA-A矢視断面図であり、(c)は製造途中における上記磁気ヘッドの上面図である。

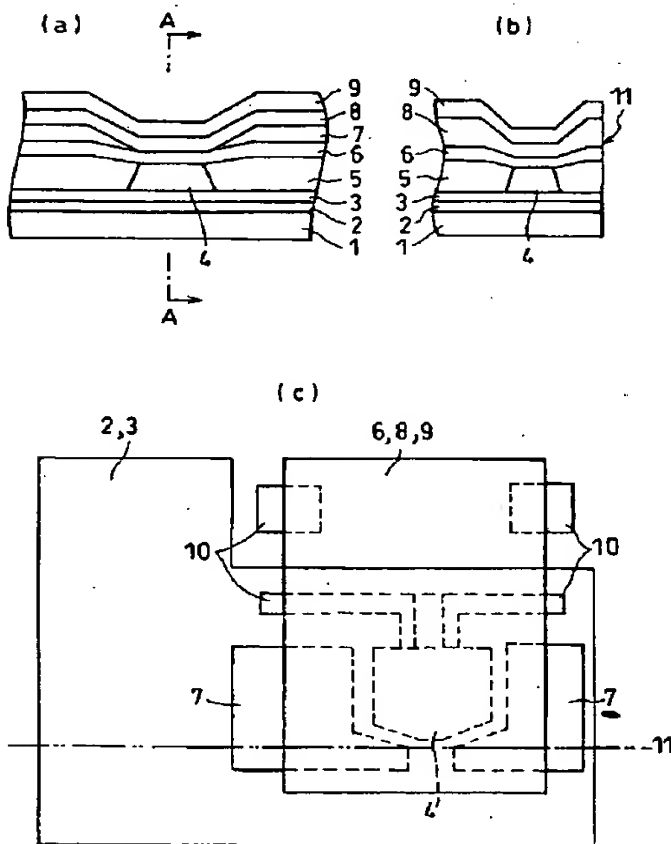
【図2】上記磁気ヘッドの磁気抵抗効果素子を、部分的に拡大した説明図である。

【図3】(a)～(f)は、上記磁気ヘッドの製造工程の一例を示す工程図である。

【図4】本実施の形態の他の例の磁気抵抗効果素子を、部分的に拡大した説明図である。

【図5】(a)および(b)は、本実施の形態の他の例

【図1】

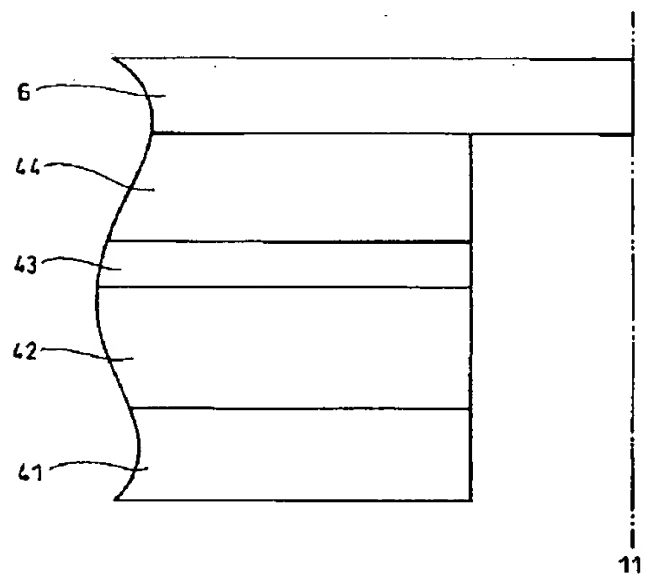


における磁気低抵抗効果素子の製造工程の一例を示す工程図である。

【符号の説明】

- 2 下部磁気シールド層（磁気シールド層）
- 3 絶縁層（磁気ギャップ層）
- 4 TMR素子（磁気抵抗効果素子）
- 6 フラックスガイド層（第2強磁性層）
- 7 磁区制御層
- 8 絶縁層（磁気ギャップ層）
- 9 上部磁気シールド層（磁気シールド層）
- 10 反強磁性層
- 41 第1強磁性層（固定層）
- 42 絶縁層（磁気ギャップ層）
- 43 第2強磁性層（自由層）

【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 道嶋 正司  
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ャープ株式会社内

(72)発明者 中林 敬哉  
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ャープ株式会社内

(72)発明者 藤田 智久  
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ャープ株式会社内

Fターム(参考) 5D034 BA03 BA08 BA15 BA19 BB08  
CA04